

22 SEP 2004

508,825  
10/508825

(12) NACH DEM VERTRAG DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT FÜR DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
9. Oktober 2003 (09.10.2003)

PCT

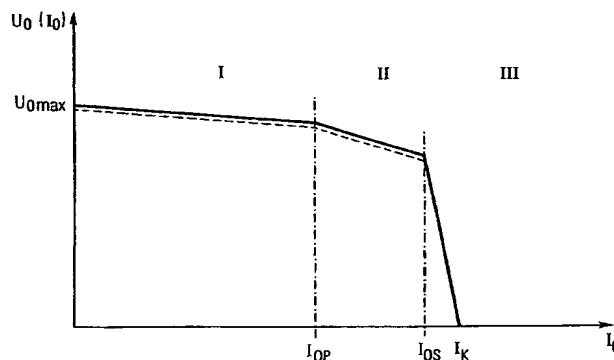
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/084040 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H02M 3/158 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MINEBEA CO., LTD. [JP/JP]; 4106-73 Miyota, Miyota-machi, Kitasaku-gun, Nagano-ken (JP).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03275
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. März 2003 (28.03.2003) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFFMANN, Hans [DE/DE]; c/o NMB Minebea GmbH, Werner-von-Siemens-Strasse 6, 86159 Augsburg (DE). RATHMANN, Robert [DE/DE]; c/o NMB Minebea GmbH, Werner-von-Siemens-Strasse 6, 86159 Augsburg (DE). WIESMÜLLER, David [DE/DE]; c/o NMB Minebea GmbH, Werner-von-Siemens-Strasse 6, 86159 Augsburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 14 190.8 28. März 2002 (28.03.2002) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER SUPPLY DEVICE COMPRISING SEVERAL SWITCHED-MODE POWER SUPPLY UNITS THAT ARE CONNECTED IN PARALLEL

(54) Bezeichnung: STROMVERSORGUNGSEINRICHTUNG MIT MEHREREN PARALLEL GESCHALTETEN SCHALTNETZTEILEN



(57) Abstract: The invention relates to a power supply device comprising several switched-mode power supply units used for supplying at least one consumer. Each switched-mode power supply unit generates an output current  $I_0$  and an output voltage  $U_0(I_0, R_L)$  which depends upon the output current  $I_0$  and a load impedance  $R_L$ . The inventive power supply device also comprises a triggering element for each switched-mode power supply unit. Said triggering element comprises a first step with a P member receiving a P member input voltage that is derived from the output voltage  $U_0(I_0, R_L)$  and generates a P member voltage  $U_{VS}$  used for triggering the respective switched-mode power supply unit, said first step being active when  $0 \leq I_0 \leq I_{OP}$ , a second step with a current-mirroring circuit which simulates the output current  $I_0$  of the respective switched-mode power supply unit and generates an output current control voltage  $U_P$  used for triggering the respective switched-mode power supply unit, the second step being active when  $I_{OP} \leq I_0 \leq I_{OS}$ , and a third step with an amplifying circuit which amplifies a signal that is proportional to the output current  $I_0$  and generates an amplified output current control voltage  $m \cdot U_S$  used for triggering the respective switched-mode power supply unit, the third step being active when  $I_{OS} \leq I_0 \leq I_K$ .

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers, wobei jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom  $I_0$  und eine Ausgangsspannung  $U_0(I_0, R_L)$  erzeugt, die abhängig ist von dem Ausgangsstrom  $I_0$  und einem Lastwiderstand  $R_L$ , und mit einer Ansteuervorrichtung für jedes Schaltnetzteil, wobei die Ansteuervorrichtung eine erste Stufe mit einem P-Glied aufweist, das eine P-Glied-Eingangsspannung empfängt, die von der Ausgangsspannung  $U_0(I_0, R_L)$

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/084040 A1



(74) **Anwälte:** LIESEGANG, Eva usw.; Boehmert & Boehmert, Pettenkoferstrasse 20-22, 80336 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

abgeleitet ist, und eine P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die erste Stufe aktiv ist, wenn  $0 \subseteq I_0 \subseteq I_{0P}$ , eine zweite Stufe mit einer Stromabbildungsschaltung aufweist, die den Ausgangsstrom  $I_0$  des jeweiligen Schaltnetzteils nachbildet und eine Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die zweite Stufe aktiv ist, wenn  $I_{0P} \subseteq I_0 \subseteq I_{0S}$ , und eine dritte Stufe mit einer Verstärkerschaltung aufweist, die ein zum Ausgangsstrom  $I_0$  proportionales Signal verstärkt und eine verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung  $m \cdot U_S$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die dritte Stufe aktiv ist, wenn  $I_{0S} \subseteq I_0 \subseteq I_K$ .

## Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen.

Die Erfindung betrifft eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers, wobei jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom und eine Ausgangsspannung erzeugt, und mit einer Ansteuervorrichtung für jedes Schaltnetzteil. Die Ansteuervorrichtung steuert die Ausgangsspannung des Schaltnetzteiles, die abhängig ist von dem Ausgangsstrom und einem Lastwiderstand.

Die Grundlagen parallel geschalteter Schaltnetzteile sind z. B. beschrieben in Elektronik, Band 13, 2000, Seiten 114-118 "Schaltnetzteile parallel geschaltet – technische Details zur passiven Stromaufteilung" von Martin Rosenbaum. Ziel der Parallelschaltung von Schaltnetzteilen ist die Leistungserhöhung mittels der Erhöhung des Ausgangsstroms sowie eine Verringerung der Ausfallrate durch Vorsehen redundanter Schaltnetzteile derart, daß eine defekte Stromversorgung während des Betriebs einer Einrichtung, die von den Schaltnetzteilen versorgt wird, ausgetauscht werden kann. Die Parallelschaltung läßt sich mit einer aktiven Stromaufteilung und mit einer passiven Stromaufteilung realisieren.

Die aktive Stromaufteilung mißt den Ausgangsstrom jedes Netzteils und regelt die Ausgangsspannungen abhängig vom Ausgangsstrom aller Schaltnetzteile so, daß sich eine gleichmäßige Stromaufteilung auf einen oder mehrere Verbraucher ergibt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß eine genaue Stromaufteilung und eine gleichmäßige Belastung der parallel geschalteten Schaltnetzteile erreicht werden können. Als Nachteile wären der erhöhte schaltungstechnische Aufwand und die damit einhergehenden höheren Kosten anzusehen.

Bei der passiven Stromaufteilung wird durch Einstellung einer "weicher Ausgangskennlinie" des Schaltnetzteils, die z.B. in Figur 1 gezeigt ist, eine möglichst gleichmäßige Stromaufteilung realisiert. Vorteilhaft sind der geringere schaltungstechnische Aufwand und die nahezu unbegrenzte Anzahl der Schaltnetzteile, welche parallel geschaltet werden können. Ein Nachteil ist bei einigen Anwendungen die etwas ungenauere Stromaufteilung.

Figur 2 zeigt ein Blockdiagramm eines Beispiels für N parallel geschaltete Schaltnetzteile 10, 11, 12, die einen Verbraucher 13 versorgen. Weitere Einzelheiten der in Figur 2 gezeigten

Schaltung sind in der oben genannten Veröffentlichung in Elektronik 13/2000 gezeigt und erläutert. Auf diese Veröffentlichung wird Bezug genommen.

Um die Ausgangskennlinie der einzelnen, parallel geschalteten Schaltnetzteile nach Wunsch einzustellen, ist bei der passiven Stromaufteilung im Stand der Technik vorgesehen, einen oder mehrere Shunt-Widerstände in die Ausgangsleitung der jeweiligen Schaltnetzteile zu legen, so daß sich die Ausgangsspannung der jeweiligen Schaltnetzteile abhängig von der Belastung, innerhalb gewisser Toleranzen, gemäß vorgegebenen Kennlinien einstellt. Figur 3 zeigt ein Beispiel einer solchen Ausgangskennlinie eines einzelnen Schaltnetzteils, die drei Abschnitte aufweist, welche durch Vorsehen von drei geschalteten Shunt-Widerständen in der Ausgangsleitung des Schaltnetzteils eingestellt werden kann.

Die in Figur 3 gezeigte Ausgangskennlinie verläuft in einem ersten Bereich I, der den Normalbetrieb des Schaltnetzteils kennzeichnet, relativ flach, mit nur einer geringen Spannungsabnahme bei zunehmender Ausgangslast und somit zunehmendem Ausgangsstrom. In diesem Bereich I ist ein erster Shunt-Widerstand  $R_{vs}$  aktiv, der auch durch den Leitungswiderstand gebildet werden könnte. Wenn der Ausgangsstrom  $I_0$  über einen ersten Schwellwert  $I_{0P}$  steigt, wird ein zweiter Shunt-Widerstand  $R_P$  zugeschaltet, der bewirkt, daß die Spannung am Ausgang des Schaltnetzteils stärker abfällt. Dieser zweite Bereich, der mit II bezeichnet ist, kann beispielsweise ein Ladebetriebsbereich sein, in dem die Netzteile nicht nur einen Verbraucher versorgen, sondern zusätzlich auch Batterien oder andere Energiespeicher laden, die bei einem Stromausfall als Not-Energieversorgung zum Versorgen der Verbraucher vorgesehen sind.

Wenn der Ausgangsstrom  $I_0$  des jeweiligen Schaltnetzteils einen weiteren Schwellwert  $I_{0S}$  überschreitet, wird ein dritter Shunt-Widerstand aktiviert, der so dimensioniert ist, daß die Spannungs-Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils abrupt abfällt. Dieser Bereich, der mit III bezeichnet ist, kann als ein Schutz-Abschaltbereich betrachtet werden, in dem das Schaltnetzteil bei Überschreiten eines bestimmten Grenzstroms  $I_{0S}$  kurz geschlossen und abgeschaltet wird. Der dritte Shunt-Widerstand ist mit  $R_s$  bezeichnet.

Während die beschriebene Lösung des Standes der Technik zum Einstellen der Ausgangskennlinie der Schaltnetzteile abhängig von dem Ausgangsstrom schaltungstechnisch einfach ist und verschiedene Betriebsbereiche der Ausgangskennlinie ermöglicht, erzeugen die Shunt-

Widerstände, die in der Stromversorgung oder außerhalb davon in der Ausgangsleitung des Schaltnetzteils (s.  $R_L$  in Fig. 2) liegen können, erhebliche Verluste und reduzieren somit den Gesamtwirkungsgrad der Stromversorgung bzw. des Systems.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers anzugeben, die mit einer passiven Stromaufteilung arbeitet und eine Einstellung der Ausgangskennlinie jedes Schaltnetzteils für unterschiedliche Betriebsbereiche erlaubt. Diese Aufgabe wird durch eine Stromversorgungseinrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.

Die Erfindung schlägt eine Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers vor, in der jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom  $I_0$  und eine Ausgangsspannung  $U_0(I_0, R_L)$ , die abhängig ist von dem Ausgangsstrom  $I_0$  und einem zugehörigen Lastwiderstand  $R_L$ , erzeugt. Für jedes Schaltnetzteil ist eine Ansteuervorrichtung vorgesehen. Erfindungsgemäß ist die Ansteuervorrichtung in drei Stufen aufgeteilt, um eine Ausgangsspannungskennlinie des jeweiligen Schaltnetzteils mit drei Betriebsbereichen zu erzeugen. Diese drei Betriebsbereiche sind vorzugsweise gekennzeichnet durch eine Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils, die mit zunehmender Belastung und somit zunehmendem Ausgangsstrom steiler abfällt, wie z. B. in Figur 3 gezeigt.

Die erste Stufe weist ein P-Glied auf, das eine P-Glied-Eingangsspannung empfängt, die von der Ausgangsspannung  $U_0(I_0, R_L)$  abgeleitet ist, und eine P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient. Das P-Glied erzeugt eine geringfügig abfallende Ausgangskennlinie, die in ihrer Höhe vorzugsweise einstellbar ist. Die erste Stufe ist in einem Normalbetriebsbereich bis zu einem ersten Grenzwert  $I_{0P}$  des Ausgangsstroms  $I_0$  aktiv und kann bei Überschreiten des ersten Grenzwertes  $I_{0P}$  deaktiviert werden.

Die zweite Stufe weist eine Stromabbildungsschaltung auf, die den Ausgangsstrom  $I_0$  des jeweiligen Schaltnetzteils nachbildet und eine Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient. Die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  ist direkt proportional zum Ausgangsstrom  $I_0$  und wird vorzugsweise so eingestellt, daß sich eine stärker abfallende Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils ergibt. Die zweite Stufe wird aktiv, wenn der Ausgangsstrom  $I_0$  den ersten Grenzwert  $I_{0P}$  überschreitet, der beispielsweise

so gewählt wird, daß er ein Verlassen des Normalbetriebs und einen Übergang zu einem Labetrieb des Schaltnetzteils kennzeichnet, wie oben mit Bezug auf Figur 3 beschrieben.

Die dritte Stufe weist eine Verstärkerschaltung auf, die ein zum Ausgangsstrom  $I_0$  proportionales Signal verstärkt und eine verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_S$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient. Vorzugsweise ist die dritte Stufe der zweiten Stufe nachgeschaltet und verwendet die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  als Eingangssignal. Die Verstärkung der dritten Stufe ist vorzugsweise so eingestellt, daß sich eine steil abfallende Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils ergibt. Die dritte Stufe ist aktiv, wenn der Ausgangsstrom  $I_0$  einen zweiten Grenzwert  $I_{0S}$  übersteigt, der beispielsweise eine Überlastbedingung anzeigt, die ein Abschalten des Schaltnetzteils notwendig macht.

Mit der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung ist es möglich, die Ausgangskennlinie eines Schaltnetzteils nach Vorgaben in mehreren unterschiedlichen Betriebsbereichen einzustellen, wobei die Einstellung durch Verwendung des P-Glieds, der Stromabbildungsschaltung und der Verstärkerschaltung weitgehend verlustlos ist und dennoch ein geringerer Schaltungsaufwand notwendig ist als bei einer aktiven Stromaufteilung, welche darauf basiert, die Ausgangsströme aller Schaltnetzteile zu messen und abhängig von den Messungen aller Schaltnetzteile eine Regelung durchzuführen.

Erfindungsgemäß werden die Arbeitsbereiche, in denen die erste, zweite bzw. dritte Stufe aktiv sind, abhängig vom Ausgangsstrom  $I_0$  gesteuert. Die Bereiche sind in Fig. 3 mit I, II, III gekennzeichnet. Liegt  $I_0$  im Bereich I, so ist nur die erste Stufe aktiv; liegt  $I_0$  im Bereich II, so ist die zweite Stufe aktiv, das P-Glied der ersten Stufe zieht die Ausgangsspannung dieser ersten Stufe auf null, wie unten genauer beschrieben ist, so daß die erste Stufe keinen Einfluß mehr hat. Liegt der Ausgangsstrom  $I_0$  im Bereich III, bleibt die zweite Stufe zwar aktiv, wird jedoch durch den wesentlich höheren Verstärkungsfaktor der dritten Stufe dominiert, so daß der Beitrag der zweiten Stufe zur Steuerspannung weitgehend vernachlässigbar ist, wie weiter unten genauer beschrieben.

Die Ansteuervorrichtung umfaßt vorzugsweise einen Pulsweitenmodulator-Baustein mit integriertem Koppelverstärker, welcher die P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$ , die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  und die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung  $mU_S$  empfängt und ein Steuersignal  $V_T$  für das jeweilige Schaltnetzteil abhängig von diesen Steuerspannungen er-

zeugt. Der Pulsweitenmodulator-Baustein empfängt abhängig davon, welche Stufen aktiviert sind, die P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$ , die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  und/oder die verstärkten Ausgangsstrom-Steuerspannung  $mU_S$ .

Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die erste Stufe einen Spannungsteiler, der die Größe der Ausgangsspannung  $U_0$  festlegt und eine zur Ausgangsspannung  $U_0$  proportionale P-Glied-Eingangsspannung erzeugt. Zusätzlich kann über eine gesteuerte Stromquelle, die mit dem Spannungsteiler verbunden ist, die Ausgangskennlinie des Schaltnetztes verschoben werden, wie weiter unten näher erläutert ist.

Vorzugsweise weist das P-Glied der ersten Stufe einen Operationsverstärker auf, dessen einer Eingang die P-Glied-Eingangsspannung empfängt und dessen anderer Eingang eine erste Bezugsspannung  $U_{refl}$  empfängt und dessen Ausgang die P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$  abgibt. Der Operationsverstärker ist vorteilhaft über eine Sperrdiode mit dem Pulsweitenmodulations-Baustein verbunden.

Die Stromabbildungsschaltung der zweiten Stufe weist vorzugsweise ein Übertragerelement auf, das zu einem Haupt-Übertragerelement des jeweiligen Schaltnetztes parallel geschaltet ist und ein -Ausgangssignal erzeugt, das proportional zu dem Ausgangsstrom  $I_0$  des Schaltnetztes ist. Dies ist mit Bezug auf die Figuren näher erläutert.

Die Verstärkerschaltung der dritten Stufe ist vorzugsweise mit einem Operationsverstärker realisiert, dessen einer Eingang mit der Stromabbildungsschaltung der zweiten Stufe verbunden ist und dessen anderer Eingang mit einer Bezugsspannung verbunden ist und dessen Ausgang die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung abgibt.

Aus der DE 100 19 329 ist eine Stromversorgung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzten bekannt, welche zur Erzeugung einer Ausgangskennlinie in mehreren Abschnitten geregelt wird. Ein erster Teilabschnitt der Kennlinie weist eine konstante Ausgangsspannung auf, ein zweiter Teilabschnitt entspricht einer Gerade mit abfallender Steigung, und ein dritter Teilabschnitt sieht eine Kurzschlußstrombegrenzung vor. In der ersten Stufe verwendet die DE 100 19 329 zur Regelung des Stroms ein I-Glied zur Erzeugung einer konstanten Ausgangsspannung - anders als in dem Betriebsbereich I gemäß der Erfindung. Die Schaltung des Standes der Technik würde jedoch mit einem reinen P-Glied nicht funktionieren. Ein Grund

ist, daß die Stromerfassung in der DE 100 19 329 maßgeblich auf der Verwendung eines Optokopplers beruht. Die Optokoppler-Verstärkung bzw. -Dämpfung geht maßgeblich in die Kreisverstärkung ein, welche die Kennlinienneigung bestimmt. Die Optokoppler-Verstärkung ist jedoch nicht linear und stark temperaturabhängig; sie ist auch abhängig von den jeweiligen Toleranzen der konkret verwendeten Bauteile. Bei mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen eignet sich daher die Lösung der DE 100 19 329 nicht zur Erzeugung gleicher, reproduzierbarer Kennlinien, weil jedes Schaltnetzteil durch Verwendung unterschiedlicher Optokoppler eine abweichende, nicht vorhersehbare Kennlinie erzeugen wird und somit keine definierte Stromaufteilung möglich ist. Ferner erzeugt der Optokoppler Nichtlinearitäten, die durch eine entsprechend hohe Verstärkung ausgeglichen werden müssen.

Ein Vorteil der Verwendung eines P-Glieds gemäß der Erfindung ist, daß stromabhängige Kennlinien erzeugt werden können, anders als im Teilbereich 1 der DE 100 19 329, und daß die Geradengleichungen einfacher einstellbar sind. Dies ist wichtig für die Lastaufteilung bei mehreren parallel betriebenen Netzteilen.

Ein weiterer, sehr wichtiger Unterschied der Erfindung zu der DE 100 19 329 besteht darin, daß die DE 100 19 329, wie der oben beschriebenen Stand der Technik, mit einem Widerstandsshunt im Ausgangszweig arbeitet. Die Ausgangskennlinie wird maßgeblich durch den Widerstandsshunt eingestellt, und der gesamte Ausgangsstrom geht über diesen Shunt. Dadurch entstehen erhebliche Verluste. Ferner ist die Einstellung der Kennlinie weniger flexibel als bei der Erfindung.

Die Erfindung kommt dagegen ohne ohmsche Verbraucher zur Einstellung der Kennlinie im Ausgangszweig aus, wobei beliebige Kurvengleichungen eingestellt werden können. Gleichwohl kann die Erfindung eine Kurzschlußstrombegrenzung realisieren.

Die Erfindung ist im folgenden anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigt:

- Figur 1        ein Diagramm mit drei Ausgangskennlinien von drei parallel geschalteten Schaltnetzteilen gemäß dem Stand der Technik;
- Figur 2        zeigt in Form eines Blockdiagramms die Parallelschaltung mehrerer Schaltnetzteile zur Versorgung eines Verbrauchers gemäß dem Stand der Technik;



- Figur 3 zeigt das Diagramm einer Ausgangskennlinie eines Schaltnetzteils, die erfindungsgemäß eingestellt werden soll;
- Figur 4 zeigt ein Schaltbild einer Stromversorgungseinrichtung mit einer Ansteuervorrichtung gemäß der Erfindung, wobei in Figur 4 nur die Ausgangsstufe eines Schaltnetzteils schematisch dargestellt ist;
- Figur 5 zeigt ein Schaltbild der Eingangsstufe eines Schaltnetztes gemäß dem Stand der Technik, die in Verbindung mit der Erfindung eingesetzt werden könnte;
- Figur 6 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Stromversorgungseinrichtung gemäß der Erfindung zur Versorgung mehrerer Verbraucher.

Figur 1, die bereits beschrieben wurde, zeigt ein Diagramm mit drei sogenannten weichen Kermlinien von drei parallel geschalteten Schaltnetzteilen mit passiver Stromaufteilung gemäß dem Stand der Technik. Ein Beispiel für drei bzw.  $n$  parallel geschaltete Schaltnetzteile gemäß dem Stand der Technik ist in Figur 2 gezeigt. Figur 2 zeigt ein erstes Schaltnetzteil 10, ein zweites Schaltnetzteil 11, und ein  $n$ -tes Schaltnetzteil 12, die parallel geschaltet und symmetrisch mit einem Verbraucher 13 verkabelt sind. Die Leitungswiderstände der Verkabelung sind schematisch durch die Widerstände  $R_L$  dargestellt. Bei der in Figur 2 gezeigten Anordnung entsprechen die Leitungswiderstände  $R_L$  dem ersten Shunt-Widerstand zur Einstellung der Ausgangskennlinie jedes Schaltnetzteils 10, 11, 12, wobei im Stand der Technik ein zusätzlicher Shunt-Widerstand vorgesehen werden muß, um eine genaue Stromaufteilung zu erreichen. Diese Lösung ist jedoch unflexibel und führt zu zusätzlichen Verlusten am Shunt-Widerstand.

Figur 3, die bereits beschrieben wurde, zeigt eine Ausgangskennlinie eines Schaltnetzteils mit drei Betriebsbereichen, die von der erfindungsgemäßen Stromerzeugungseinrichtung erzeugt werden soll. Übertragen auf die schematische Darstellung der Figur 2 ist die Aufgabe der Erfindung, daß jedes der Schaltnetzteile 10, 11, 12 beispielsweise eine Ausgangskennlinie gemäß Figur 3 oder eine andere, einstellbare Ausgangskennlinie erzeugt, ohne daß verlustbehaftete Shunt-Widerstände benötigt werden. Figur 3 zeigt einen ersten Betriebsbereich I, der den Normalbetrieb der Stromversorgungseinrichtung kennzeichnet und bei einem ersten Grenzstrom  $I_{op}$  endet, einen zweiten Betriebsbereich II, der den Ladebetrieb der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung kennzeichnet und bei einem zweiten Grenzstrom  $I_{os}$  endet, und einen dritten Betriebsbereich III, der den Abschaltbereich der erfindungsgemäßen

Stromversorgungseinrichtung kennzeichnet, wobei die Stromversorgungseinrichtung bei einem Kurzschlußstrom  $I_K$  vollständig abschaltet.

Figur 4 zeigt einen schematischen Schaltplan der erfindungsgemäßen Stromversorgungseinrichtung, wobei in Figur 4 nur die Ausgangsstufe eines Schaltnetzteils und die zugehörige Ansteuervorrichtung schematisch dargestellt sind.

Figur 4 zeigt schematisch die Ausgangsstufe eines Schaltnetzteils 20, mit einem steuerbaren elektronischen Schalter 22, der bei der gezeigten Ausführungsform einen MOS-FET aufweist, jedoch auch als ein IGBT oder jeder andere geeignete Transistorschalter realisiert sein kann, und einem Speicherkondensator 24 sowie einem Ausgangs-Übertrager 26. Dem Ausgangs-Übertrager 26 sind eine Ausgangs/Freilaufdiode 28 und ein LC-Schaltkreis 30, welche die zerhackte Ausgangsspannung des Transistorschalters 22 und Übertragers 26 gleichrichten, nachgeschaltet. Der Ausgangsstrom des Schaltnetzteils 20, das in Figur 4 nur schematisch dargestellt ist, ist mit  $I_0$  bezeichnet, und die Ausgangsspannung ist mit  $U_0$  bezeichnet. Am Ausgang des Schaltnetzteils 20 ist in Figur 4 ein Lastwiderstand  $R_L$  32 stellvertretend für einen oder mehrere Verbraucher dargestellt. Die Ausgangsstufe des Schaltnetzteils 20 umfaßt bei der Ausführungsform der Fig. 4 ferner einen zweiten steuerbaren elektronischen Schalter 61, der mit dem ersten Schalter 22 im Gleichtakt angesteuert wird.

Figur 5 zeigt zur Erläuterung ein Beispiel einer Eingangsstufe des Schaltnetzteils gemäß dem Stand der Technik, welche der in Fig. 4 gezeigten Ausgangsstufe vorgeschaltet sein kann. Diese Eingangsstufe eines Schaltnetzteils dient jedoch lediglich als ein Beispiel, da die Erfindung mit jeder Art von Schaltnetzteil realisiert werden kann. Das Schaltnetzteil der Figur 5 umfaßt insbesondere einen Eingangsgleichrichter aus vier Gleichrichterdioden 34, 35, 36, 37, die in Form einer Brückenschaltung angeordnet sind. Die Gleichrichterbrücke erhält ihre Eingangs-Wechselspannung, insbesondere eine Netzspannung, an den Anschlüssen X1, X2 und gibt ihre gleichgerichtete Ausgangsspannung über eine Speicher- und Glättungsdrossel 38, die nur in eine Richtung von einem Strom durchflossen wird, an einen steuerbaren elektronischen Schalter 40 ab, der über dem Ausgang des Brückengleichrichters angeschlossen ist. Der Transistorschalter 40 empfängt eine Steuerspannung  $U_i$ , die in Fig. 5 nicht näher spezifiziert ist und die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils bestimmt. Dem Transistorschalter 40 ist eine Ausgangs/Freilaufdiode 42 zugeordnet, welche die zerhackte Ausgangsspannung des Transi-

storschalters gleichrichtet. Am Ausgang des Schaltnetzteils ist ein unipolarer Speicherkondensator 44 zur Speicherung und Glättung der Ausgangsspannung angeschlossen.

Nach einem bekannten Steuerverfahren wird der steuerbare elektronische Schalter 40, bzw. 22, 61 in Figur 4 mit einer im Verhältnis zur Netzfrequenz der Wechselspannungsversorgung (an den Anschlüssen X1, X2) hohen Schaltfrequenz  $U_T$  betrieben. Durch die Veränderung der relativen Einschaltdauer des elektronischen Schalters 40 bzw. 22, 61 ist es möglich, die Ausgangsspannung  $U_C$  an dem Kondensator 44 bzw. 24 und somit die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils  $U_0$  einzustellen.

Wieder mit Bezug auf Figur 4 wird nun beschrieben, wie die Steuerspannung  $U_T$  durch die dreistufige Ansteuervorrichtung gemäß der Erfindung bestimmt wird. Die erste Stufe der erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung ist in Figur 4 in einem mit 50 bezeichneten Kasten dargestellt, die zweite Stufe ist in einem mit 60 bezeichneten Kasten dargestellt, und die dritte Stufe ist in einem mit 70 bezeichneten Kasten dargestellt.

Die erste Stufe 50 der Ansteuerschaltung umfaßt einen Spannungsteiler bestehend aus Widerständen 51, 52, 53, ein P-Glied, das durch einen Operationsverstärker 54 gebildet wird, und eine Sperrdiode 56. Diese Bauteile sind wie in Figur 4 gezeigt miteinander verbunden. Über den Spannungsteiler 51, 52, 53 und eine wählbare, konstante erste Bezugsspannung  $U_{REF1}$  kann die Ausgangsspannung  $U_{0MAX}$  eingestellt werden.

Der Spannungsteiler 51, 52, 53 ist so dimensioniert, daß bei der gewünschten Ausgangsspannung  $U_0$  am Anschluß zwischen den Widerständen 52 und 53 eine Spannung erzeugt wird, die im wesentlichen der ersten Bezugsspannung  $U_{REF1}$  entspricht. Demgemäß erzeugt das P-Glied 54 eine P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$ , die über die Diode 56 an einen Pulsweitenmodulations-Baustein 80 angelegt wird, um das Schaltnetzteil 20 so anzusteuern, daß sich die (aufgrund der Wirkung des P-Gliedes) gering abfallende Ausgangskennlinie im Bereich I der Fig. 3 ergibt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die in Fig. 4 gezeigt ist, kann für die Einstellung von  $U_{0MAX}$  eine Stromsenke 58 vorgesehen werden, um so nach Bedarf ein Kennlinienfeld zu erzeugen. Eine zweite Kennlinie mit einem geringfügig nach unten verschobenen  $U_{0MAX}$  ist in Fig. 3 beispielsweise gestrichelt dargestellt. Hierzu ist der Spannungsteiler in

die Widerstände 51 ( $R_T$ ) und 52 aufgeteilt, und eine gesteuerte Stromquelle oder Stromsenke 58 ist an dem Verbindungspunkt zwischen den Widerständen 51 und 52 angeschlossen. Die Stromsenke 58 zieht einen konstanten Strom  $I_T$  über den Widerstand 51 ( $R_T$ ), so daß über dem Widerstand 51 eine zusätzliche konstante, einstellbare Spannung abfällt, welche die Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils nach Wunsch verschiebt.

Das Ausgangssignal  $U_{VS}$  des P-Gliedes 54 wird an den Pulsweitenmodulations-Baustein 80, mit integriertem Koppelverstärker, angelegt, der das Steuersignal  $U_T$  für das Schaltnetzteil 20 erzeugt.

Solange der Ausgangsstrom  $I_0$  des Schaltnetzteils 20 unter einem vorgegebenen ersten Grenzwert  $I_{0P}$  liegt, der das Ende eines Normalbetriebsbereichs I kennzeichnet, liefern die zweite Stufe 60 und die dritte Stufe 70 keine Ausgangssignale. Die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils 20 ergibt sich dann zu:

$$U_0(I_0) = U_{0MAX} - R_{VS} \cdot I_0 - R_T \cdot I_T,$$

wobei

$$R_{VS} = \frac{R_{\text{Leistungsverluste}}}{\text{Kreisverstärkung}}$$

Wenn der Ausgangsstrom  $I_0$  den ersten Grenzwert  $I_{0P}$  überschreitet, wird bei der gezeigten Ausführungsform die zweite Stufe 60 aktiviert. Die zweite Stufe 60 ist in dem Bereich II aktiv, wobei in diesem Bereich die Ausgangsspannung  $U_0$  kleiner ist als die erste Bezugsspannung  $U_{REF1}$ , so daß das P-Glied 54 der ersten Stufe einen hochohmigen Ausgang hat und die erste Stufe 50 dadurch für die Einstellung des Steuersignals  $U_T$  keinen Beitrag mehr leistet.

Die zweite Stufe 60 der Ansteuervorrichtung umfaßt einen Übertrager 62, eine Zenerdiode 63, einen Kondensator 64 und einen Widerstand  $R_p$  65, die wie in Figur 4 gezeigt miteinander verbunden sind. Der Übertrager 62 wird durch den elektronischen Schalter 61 angesteuert.

Das Ansteuersignal  $U_T$  wird parallel an die beiden elektronischen Schalter 22, 61 angelegt, so daß diese im Gleichtakt geschaltet werden. Der Primärstrom des Schaltnetzteils, der durch die Schalter 22, 61 und durch den Übertrager 62 fließt, entspricht exakt dem Sekundärstrom durch die Dioden 28, multipliziert mit  $\dot{u}_1$ . Der Übertrager 62 dividiert den Primärstrom durch  $\dot{u}_2$ . Somit entspricht der Ausgangsstrom durch den zweiten Übertrager 62 einem genauen Abbild des Ausgangsstroms  $I_0$  des Haupt-Übertragers 26, dividiert durch  $(\dot{u}_1 \cdot \dot{u}_2)$ . Der Spannungsabfall über dem Widerstand  $R_P$  65 ist somit ein Maß für den Ausgangsstrom  $I_P$ , gemäß der folgenden Gleichung:

$$U_P = \frac{I_0 \cdot R_P}{\dot{U}_1 \cdot \dot{U}_2}$$

Mit Hilfe des zweiten Übertragers 62 kann somit ohne nennenswerte Strombelastung des Schaltnetzteils ein Abbild des Ausgangsstroms  $I_0$  erzeugt werden. Die Ausgangsspannung  $U_P$  der zweiten Stufe 60 wird über einen gesteuerten Schalter 68 an den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 angelegt. Der gesteuerte Schalter 68, der in Fig. 4 durch einen Vergleichler und einen Transistorschalter schematisch dargestellt ist, empfängt an einem Steuereingang eine zweite Bezugsspannung  $U_{REF2}$ , die so gewählt ist, daß das Ausgangssignal  $U_P$  der zweiten Stufe erst dann auf den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 aufgeschaltet wird, wenn der Ausgangsstrom  $I_0$  den zweiten Grenzwert  $I_{0P}$  überschreitet. Hierzu wird  $U_{REF2}$  wie folgt eingestellt:

$$U_{REF2} = \frac{I_{0P} \cdot R_P}{\dot{U}_1 \cdot \dot{U}_2}$$

Die Ausgangsspannung  $U_P$  der zweiten Stufe 60 wird an den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 wie beschrieben angelegt, um den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 anzusteuern und ein gewünschtes Steuersignal  $U_T$  für das Schaltnetzteil zu erzeugen.

Die Ausgangsspannung  $U_0$  des Schaltnetzteils 20 ergibt sich bei Aktivierung der zweiten Stufe 60 zu:

$$U_0(I_0) = U_0(I_{0P}) - k \cdot R_P \cdot I_0$$

wobei

$$k = \frac{1}{\dot{U}_1 \cdot \dot{U}_2}$$

Es ist ersichtlich, daß durch geeignete Wahl von  $R_P$  die Steigung der Ausgangskennlinie des Schaltnetzteils 22 beeinflußt werden kann. Da die Kennlinie nur mit Hilfe der Stromabbildung eingestellt wird, muß kein zusätzlicher Widerstand in den eigentlichen Ausgangskreis des Schaltnetzteils eingefügt werden, so daß die Verluste minimal gehalten werden können.

Wenn schließlich der Ausgangsstrom  $I_0$  einen zweiten Grenzwert  $I_{0S}$  überschreitet, wird die dritte Stufe 70 der Ansteuerschaltung aktiviert. Die Aktivierung der dritten Stufe 70 kann über eine dritte Bezugsspannung  $U_{REF3}$  eingestellt werden, wobei

$$U_{REF3} = \frac{I_{0S} \cdot R_P}{\dot{U}_1 \cdot \dot{U}_2}$$

Die dritte Stufe 70 der Ansteuerschaltung umfaßt eine Eingangsdiode 71 und einen Kondensator 72, die einen Eingangsgleichrichter bilden, sowie eine Verstärkungsschaltung, die insgesamt mit 74 bezeichnet ist und neben anderen Widerständen und Kondensatoren einen Eingangswiderstand  $R_S$  73 aufweist, sowie eine Ausgangsdiode 75, die wie in Fig. 4 gezeigt miteinander verbunden sind. Die dritte Stufe 70 der Ansteuervorrichtung empfängt als Eingangssignal das Ausgangssignal  $U_P$  der zweiten Stufe 60, das proportional zu dem Ausgangsstrom  $I_0$  des Schaltnetzteils 20 ist.  $U_P$  ist ein abhängig von den Steuersignalen  $U_T$  gepulstes Signal. Dieses gepulste Signal  $U_P$  wird von dem Gleichrichterteil 71, 72 der dritten Stufe 70 gleichgerichtet, so daß an dem Eingangswiderstand  $R_S$  73 des Verstärkerteils 74 der dritten Stufe eine gleichgerichtete Spannung  $U_S$  anliegt, deren Amplitude der Spannung  $U_P$  entspricht. Die dritte Stufe 70 erzeugt ein Steuersignal  $U_S = U_P$  (gleichgerichtet)  $= k \cdot R_P \cdot I_0$ , welches durch die Verstärkerschaltung 74 verstärkt wird. Die Verstärkerschaltung 74 ist so ausgelegt, daß sie einen relativ hohen Verstärkungsfaktor,  $m \gg 1$ , hat. Es ergibt sich ein Ausgangssignal  $m \cdot U_S$ .

Das Ausgangssignal  $mU_S$  der dritten Stufe 70 wird in den Pulsweitenmodulations-Baustein 80 eingegeben, um das Steuersignal  $U_T$  zu erzeugen, daß eine steile Ausgangskennlinie  $U_0$  des

Schaltnetzteils 20 erzeugt, die bei einem Kurzschlußstrom  $I_K$  zu 0 wird (s. Bereich III in Fig. 3). Die Ausgangskennlinie  $U_0$  des Schaltnetzteils 20 ergibt sich im Bereich  $I_{0S} < I_0 < I_K$  zu:

$$U_0(I_0) = U_0(I_{0S}) - k * m * R_p * I_0$$

Die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung findet Anwendung in allen Systemen, in denen redundante Schaltnetzteile zur Sicherung bei Netzausfall oder dergleichen benötigt werden. Insbesondere kann die Erfindung eingesetzt werden in Telekommunikationsanlagen, Computersystemen und jeglichen anderen Steuer- und Kommunikationssystemen, welche eine ausfallsichere Energieversorgung benötigen. Zusätzlich zu den an die Netzteilen angeschlossenen Verbraucher können auch Batterien angeschlossen werden, die bei Stromausfall die Energieversorgung übernehmen. Die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung sieht daher in ihrer Ausgangskennlinie einen Betriebsbereich für den Normalbetrieb, einen Betriebsbereich für den Ladebetrieb bei höherer Belastung und einen Betriebsbereich für das Abschalten bei Überlastung vor.

Figur 6 zeigt ein Beispiel für eine Umgebung, in der die erfindungsgemäße Stromversorgungseinrichtung eingesetzt werden kann. In Figur 6 ist ein Stromnetz allgemein mit 90 bezeichnet, wobei das Stromnetz 90 eine Wechselspannung im Bereich von 90 bis 230 Volt bereitstellen kann und eine Einrichtung für die Verteilung der Wechselspannung auf mehrere Schaltnetzteile sowie die nötigen netzseitigen Funk- und Störfilter und weitere benötigte Filtereinrichtungen aufweist. Das Netz 90 versorgt  $n$  Schaltnetzteile 92, 94, 96, 98, die in Figur 6 mit Rectifier Module bezeichnet sind. Die Schaltnetzteile 92-98 sollen bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel einer Ausgangsleistung  $P_{OUT}$  zwischen 300 W und 2 kW bereitstellen können. Jedem Schaltnetzteil der Figur 6 ist eine Ansteuervorrichtung zugeordnet, wie sie mit Bezug auf Figur 4 beschrieben wurde, um eine gewünschte Ausgangs-Kennlinie einzustellen, wobei die Ansteuervorrichtung in Figur 6 nicht dargestellt sind. Die Schaltnetzteile 92-98 sind über eine gemeinsame Leitung mit mehreren Verbrauchern 100-112 sowie mit Batterien 114 verbunden, die alle mit einer Spannung im Bereich von 48 Volt Gleichspannung bis 56 Gleichspannung arbeiten und verschiedene Leistungsanforderungen haben können, wobei beispielhaft Leistungsbereiche  $P_{OUT}$  von 10 Watt bis 100 Watt und von 100 W bis 300 kW angegeben sind. Die Verbraucher 100-112 können Mikroprozessorkarten, Telekommunikationskarten, Gleichstromwandler auf Karten in elektronischen Datenverarbeitungssystemen, 19 Inch-Gleichstromwandler für Serverschränke oder dergleichen, alle Arten von elektrischen

und elektronischen Systemen, Lüfter und Klimaanlage und dergleichen umfassen. Eine beispielhafte Anwendung der Erfindung sind Telekommunikationsanlagen, die all diese Bestandteile haben werden. Im Normalbetrieb, d.h. im Bereich I der Kennlinie der Figur 3, versorgen die Netzteile 92-98 mit im wesentlichen gleicher Stromabgabe die Verbraucher 100-112 und halten die Spannung der Batterien 114 auf einem gewünschten Niveau, z. B. 48-56 V, aufrecht. Wenn bei Inbetriebnahme oder aufgrund einer Störung, bei der Wartung oder dergleichen, der Spannungspegel der Batterien 114 sinkt, müssen die Schaltnetzteile 92-98 zusätzlich zur Versorgung der Verbraucher 100-112 die Batterien 114 nachladen, so daß der Ausgangsstrom der Schaltnetzteile 92-98 aufgrund der höheren Belastung steigen wird, so daß die Ausgangskennlinie der Schaltnetzteile in den Betriebsbereich II kommt. Nach dem vollständigen Laden der Batterie 114 wird die Stromentnahme in der Regel wieder abnehmen, so daß der Normalbetrieb im Betriebsbereich I wieder aufgenommen werden kann. Im Falle einer Fehlfunktion oder Störung, bei denen ein übermäßig großer Strom  $I_0 > I_{0S}$  gezogen wird, geht die Ausgangskennlinie der Schaltnetzteile 92-98 in den dritten Betriebsbereich III, was bei einem weiteren Ansteigen des Ausgangsstroms  $I_0$  dazu führt, daß die Schaltnetzteile 92-98 kurz geschlossen werden und keine Spannung mehr abgeben. Das in Figur 6 gezeigte System kann dann noch während einer begrenzten Zeit über die Batterien 114 versorgt werden, bevor es vollständig abschaltet, sofern nicht die Störung oder Fehlfunktion behoben wird.

Die in der vorstehenden Beschreibung mit den Ansprüchen der Zeichnung beschriebenen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen von Bedeutung sein.



## Bezugszeichenliste

10, 11, 12	Schaltnetzteile
13	Verbraucher
20	Schaltnetzteil
22	Schalter
24	Speicherkondensator
26	Ausgangs-Übertrager
28	Ausgangs/Freilaufdiode
30	LC-Schaltkreis
32	Lastwiderstand
34, 35, 36, 37	Gleichrichterioden
38	Speicher- und Glättungsrossel
40	Schalter
42	Ausgangs/Freilaufdiode
44	Speicherkondensator
50	erste Stufe
51, 52, 53	Widerstände
54	Operationsverstärker
56	Sperrdiode
58	Stromsenke
60	zweite Stufe
61	Schalter.
62	Übertrager
63	Zenerdiode
64	Kondensator
65	Widerstand
68	gesteuerter Schalter
70	dritte Stufe
71	Eingangsdiodo
72	Kondensator

73	Widerstand
74	Verstärkungsschaltung
75	Ausgangsdiode
80	Pulsweitenmodulationsschaltung
90	Stromnetz
92, 94, 96, 98	Schaltnetzteile
100 – 112	Verbraucher
114	Batterie

## Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen

### Patentansprüche

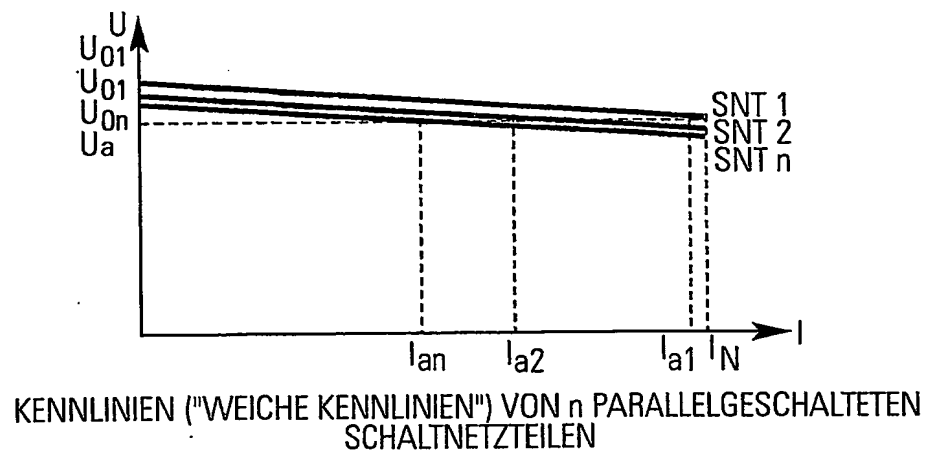
1. Stromversorgungseinrichtung mit mehreren parallel geschalteten Schaltnetzteilen zur Versorgung wenigstens eines Verbrauchers (32), wobei jedes Schaltnetzteil einen Ausgangsstrom  $I_0$  und eine Ausgangsspannung  $U_0(I_0, R_L)$  erzeugt, die abhängig ist von dem Ausgangsstrom  $I_0$  und einem Lastwiderstand  $R_L$ , und mit einer Ansteuervorrichtung für jedes Schaltnetzteil, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuervorrichtung eine erste Stufe (50) mit einem P-Glied (54) aufweist, das eine P-Glied-Eingangsspannung empfängt, die von der Ausgangsspannung  $U_0(I_0, R_L)$  abgeleitet ist, und eine P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die erste Stufe aktiv ist, wenn  $0 \leq I_0 \leq I_{0P}$ ,  
eine zweite Stufe (60) mit einer Stromabbildungsschaltung aufweist, die den Ausgangsstrom  $I_0$  des jeweiligen Schaltnetzteils nachbildet und eine Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die zweite Stufe aktiv ist, wenn  $I_{0P} \leq I_0 \leq I_{0S}$ , und  
eine dritte Stufe (70) mit einer Verstärkerschaltung (74) aufweist, die ein zum Ausgangsstrom  $I_0$  proportionales Signal verstärkt und eine verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung  $m \cdot U_S$  erzeugt, die zur Ansteuerung des jeweiligen Schaltnetzteils dient, wobei die dritte Stufe aktiv ist, wenn  $I_{0S} \leq I_0 \leq I_K$ .
2. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Stufe auch aktiv ist, wenn  $I_{0S} \leq I_0$ .
3. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß  $I_{0P}$  ein erster Grenzwert des Ausgangsstroms  $I_0$  ist, welcher die Grenze eines Normalbetriebsbereichs kennzeichnet;  $I_{0S}$  ein zweiter Grenzwert des Ausgangsstroms  $I_0$  ist, welcher die Grenze eines Arbeitsbereichs mit hoher Belastung kennzeichnet; und  $I_K$  einen Kurzschlußstromwert kennzeichnet.

4. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuervorrichtung eine Pulsweitenmodulationsschaltung (80) aufweist, welche die P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$ , die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  und die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_S$  empfängt und abhängig davon ein Steuersignal  $U_T$  für das jeweilige Schaltnetzteil erzeugt.
5. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Stufe (50) einen Spannungsteiler (51, 52, 53) aufweist, der eine zur Ausgangsspannung  $U_0$  proportionale P-Glied-Eingangsspannung erzeugt.
6. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das P-Glied (54) der ersten Stufe (50) einen Operationsverstärker aufweist, dessen einer Eingang die P-Glied-Eingangsspannung empfängt und dessen anderer Eingang eine erste Bezugsspannung  $U_{REF1}$  empfängt und dessen Ausgang die P-Glied-Steuerspannung  $U_{VS}$  abgibt.
7. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 4 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Operationsverstärker (54) über eine Sperrdiode (36) mit der Pulsweitenmodulationsschaltung (80) verbunden ist.
8. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Stufe (60) ein Übertragerelement (62) aufweist, das zu einem Haupt-Übertragerelement (26) des jeweiligen Schaltnetzteils parallel geschaltet ist und ein Ausgangssignal erzeugt, das proportional zu dem Ausgangsstrom  $I_0$  des Schaltnetzteils ist.
9. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Übertragerelement (62) eine Zenerdiode (63) und ein RC-Schaltkreis (64, 65) nachgeschaltet sind, welche die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_P$  abhängig von dem Übertrager-Ausgangssignal erzeugen, wenn  $I_0 \geq I_{0P}$ , wobei  $U_P$  proportional zu  $I_0$  ist.
10. Stromversorgungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stufe (70) der zweiten Stufe (60) nachgeschaltet ist

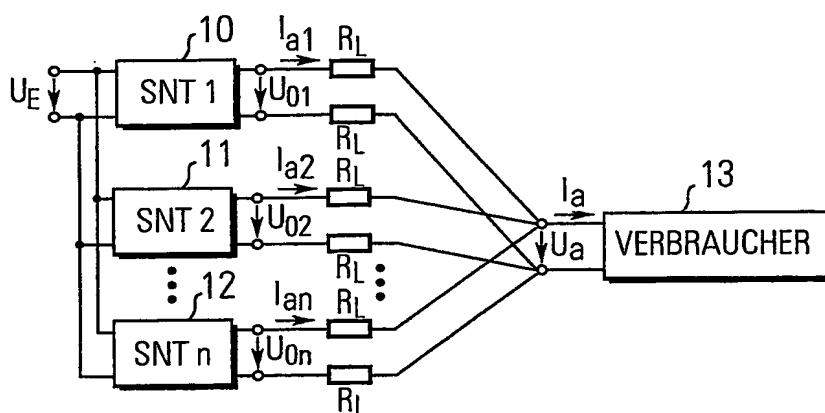
und die Ausgangsstrom-Steuerspannung  $U_p$ , die zu dem Ausgangsstrom  $I_0$  des Schalt-  
netzteils proportional ist, das Eingangssignal der dritten Stufe (70) bildet.

11. Stromversorgungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stufe (70) zur zweiten Stufe (60) parallel geschaltet ist und eine weitere Stromabbildungsschaltung aufweist, die den Ausgangsstrom  $I_0$  des Schaltnetzteils nachbildet.
12. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stufe (70) eine Verstärkerschaltung (74) aufweist, deren einer Eingang über einen weiteren RC-Schaltkreis (72, 73) mit der Stromabbildungsschaltung verbunden ist und deren anderer Eingang mit einer dritten Bezugsspannung  $U_{REF3}$  verbunden ist und deren Ausgang die verstärkte Ausgangsstrom-Steuerspannung  $mU_s$  abgibt.
13. Stromversorgungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkerschaltung (74) der dritten Stufe (70) so ausgelegt ist, daß sie einen hohen Verstärkungsfaktor,  $m \gg 1$ , hat.

**FIG.1**  
(STAND DER TECHNIK)

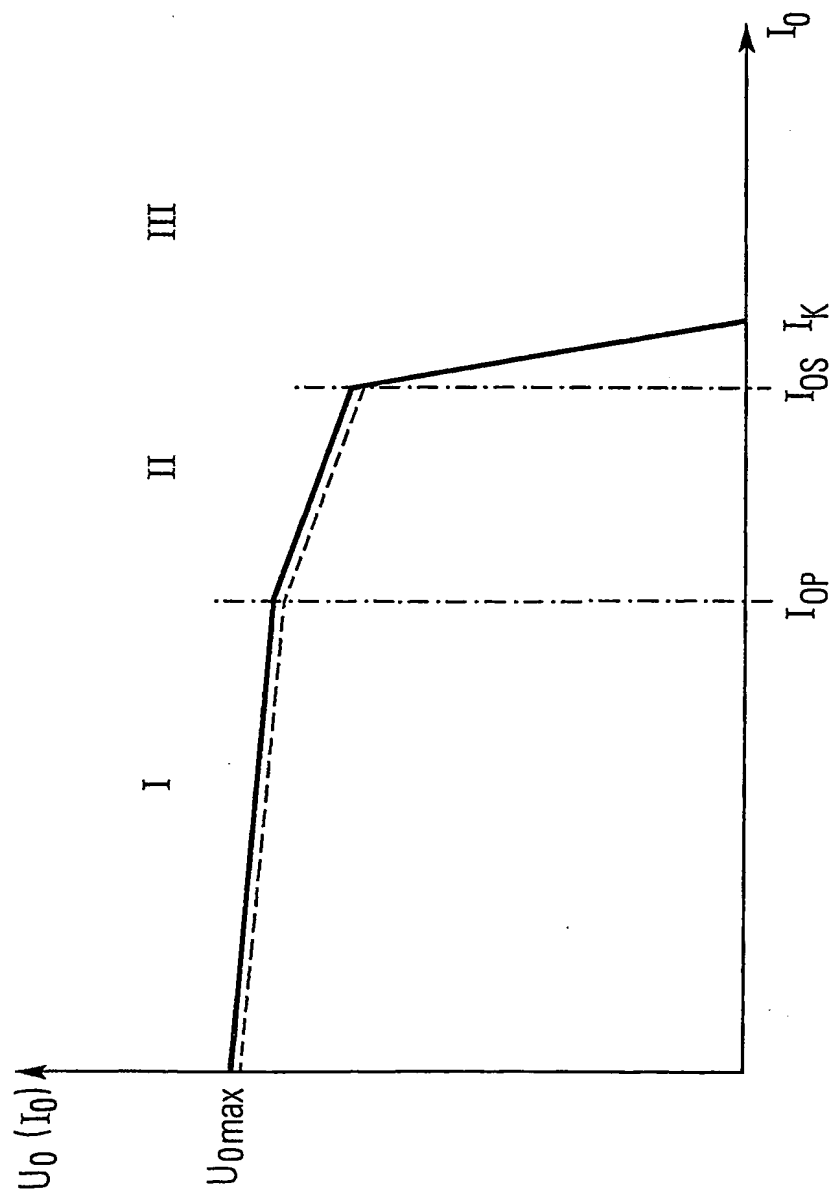


**FIG.2**  
(STAND DER TECHNIK)



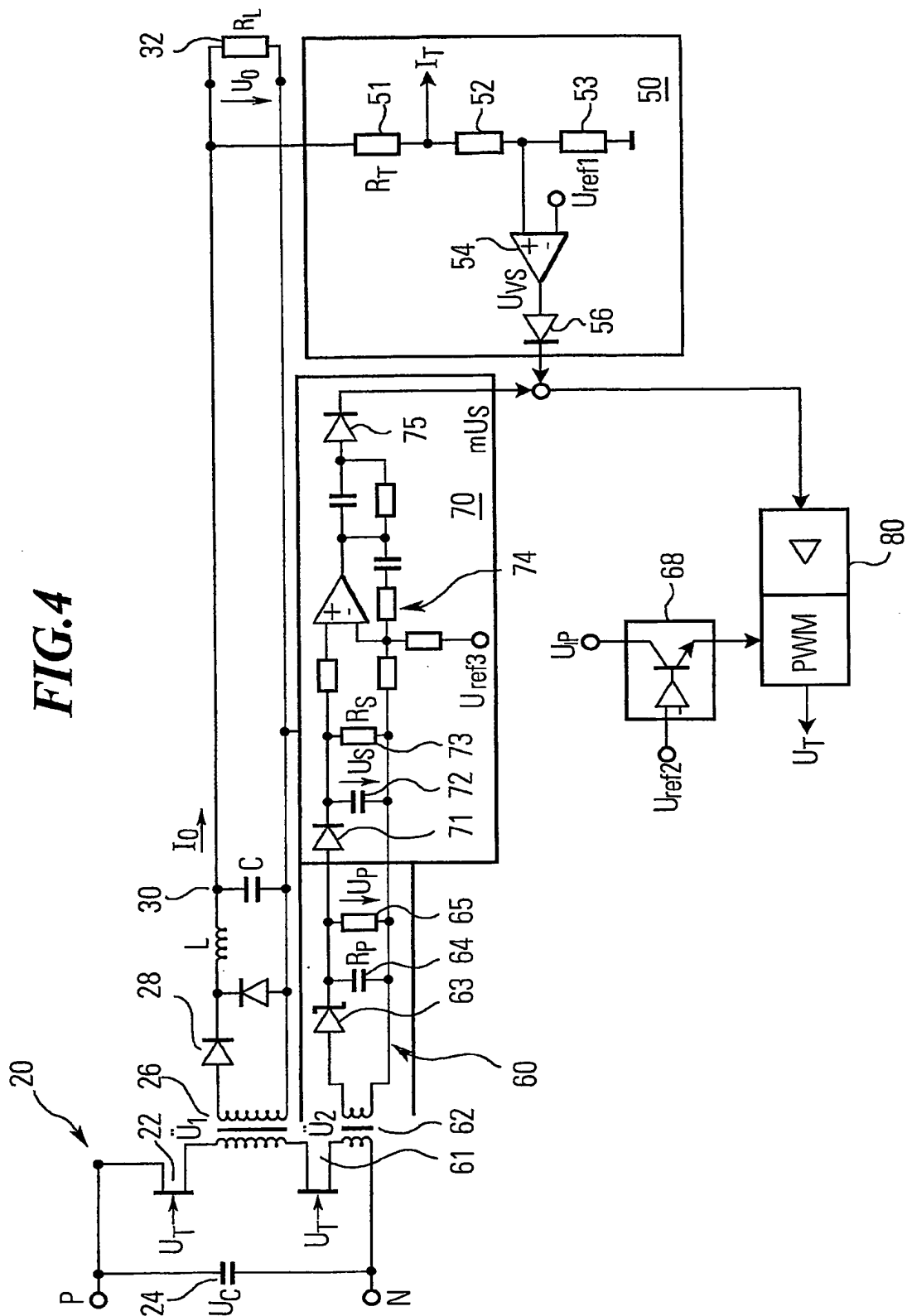
SYMMETRISCHE VERKABELUNG IST EINE VORAUSSETZUNG FÜR DIE PARALLELSCHALTUNG VON SCHALTNETZTEILEN

FIG.3



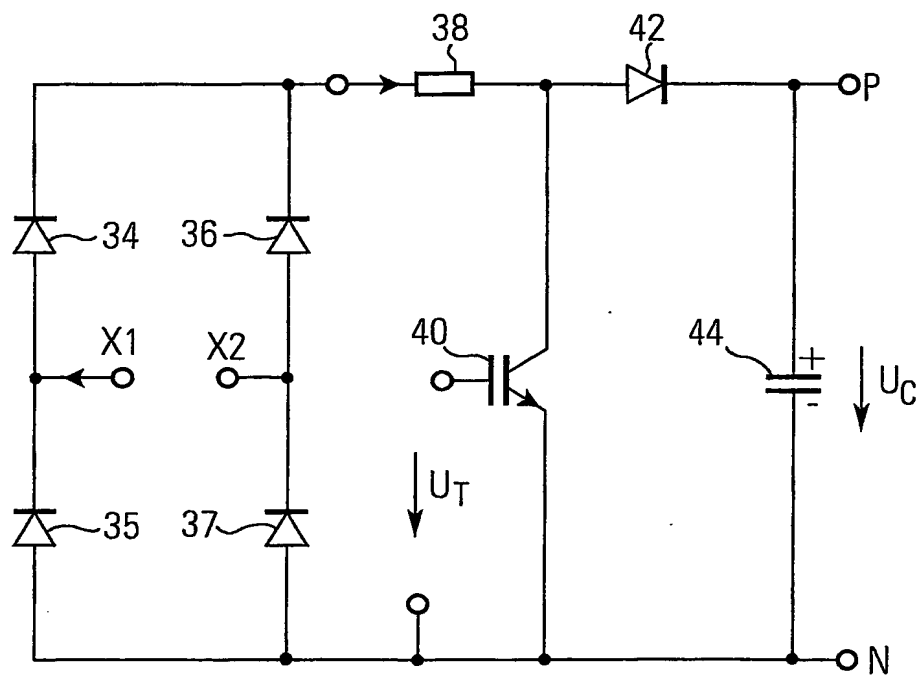
3/5

FIG. 4

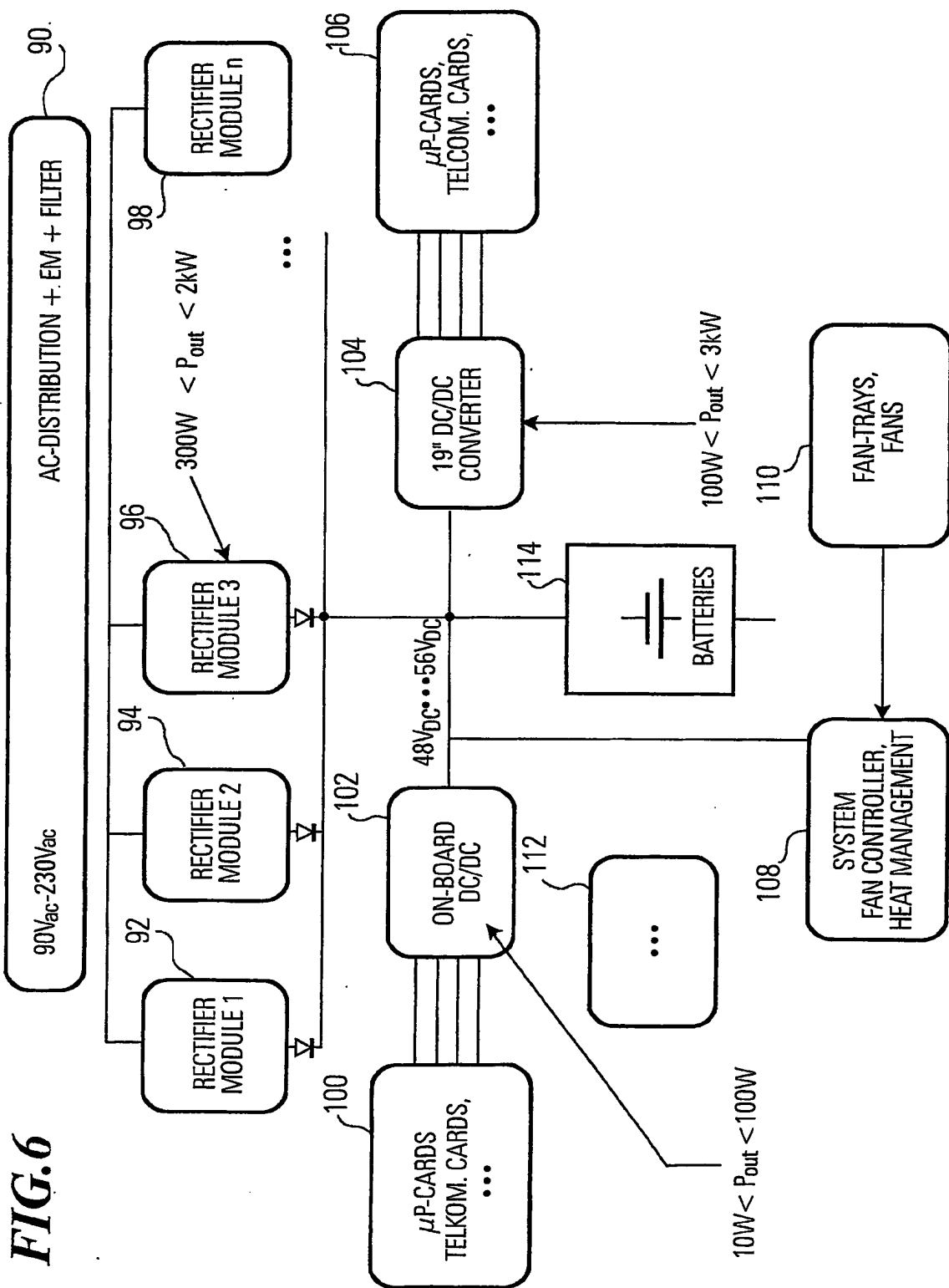




**FIG.5**  
(STAND DER TECHNIK)



5/5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/03275

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H02M3/158

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 949 739 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL) 13 October 1999 (1999-10-13) the whole document	1-13
A	US 4 816 739 A (TADASHI MASAHIRO ET AL.) 28 March 1989 (1989-03-28) abstract figure 2 column 2, line 3 - line 10	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 August 2003

Date of mailing of the international search report

08/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lund, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/03275

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 949739	A	13-10-1999	CN	1234643 A ,B		10-11-1999
			EP	0949739 A2		13-10-1999
			JP	11353040 A		24-12-1999
US 4816739	A	28-03-1989	JP	1069264 A		15-03-1989
			JP	1756179 C		23-04-1993
			JP	4044507 B		21-07-1992
			DE	3829557 A1		30-03-1989

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/E 03/03275

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02M3/158

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 949 739 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL) 13. Oktober 1999 (1999-10-13) das ganze Dokument	1-13
A	US 4 816 739 A (TADASHI MASAHIRO ET AL.) 28. März 1989 (1989-03-28) Zusammenfassung Abbildung 2 Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 10	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. August 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/08/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lund, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 83/03275

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 949739	A	13-10-1999	CN	1234643 A ,B	10-11-1999
			EP	0949739 A2	13-10-1999
			JP	11353040 A	24-12-1999
US 4816739	A	28-03-1989	JP	1069264 A	15-03-1989
			JP	1756179 C	23-04-1993
			JP	4044507 B	21-07-1992
			DE	3829557 A1	30-03-1989